

PAT-NO: JP02000251226A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000251226 A

TITLE: SPIN VALVE MAGNETO-RESISTANCE SENSOR AND THIN-FILM
MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: September 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANOGAMI, SHUJI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
READ RITE SMI KK	N/A

APPL-NO: JP11055773

APPL-DATE: March 3, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the magneto-resistance sensor in spin valve structure having an antiferromagnetic layer which produces an exchange coupling magnetic field between a ferromagnetic material and a pin magnetic layer even after a heat treatment, effectively suppresses the rotation of the magnetism of the spin magnetic layer due to the bias magnetic field of a magnetic head, and can obtain a high MR output.

SOLUTION: The spin valve magneto-resistance sensor has a magneto-resistance effect film 3 formed by stacking on a substrate a ferromagnetic layer 4 and a pin magnetic layer 6 arranged across a nonmagnetic conductive layer 5 and an

antiferromagnetic layer 7 adjacent to the pin magnetic layer. In this case, 2 to 10 at% added to PtMn alloy, and 45 to 55 at% Mn and Pt for the rest are added; and the antiferromagnetic layer is formed of the PtMnCr and thermally treated at 250 to 300°C. In this case, the antiferromagnetic layer is formed of PdPtMnCr alloy obtained by adding 2 to 10 at% Cr, 45 to 55 at% Mn, 20 to 35 at% Pd, and Pt for the rest to PdPtMn alloy and thermally treated at 250 to 300°C in a vacuum magnetic field.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-251226
(P2000-251226A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 5/39

識別記号

F I
G 1 1 B 5/39

テマコード* (参考)
5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-55773
(22) 出願日 平成11年3月3日 (1999.3.3)

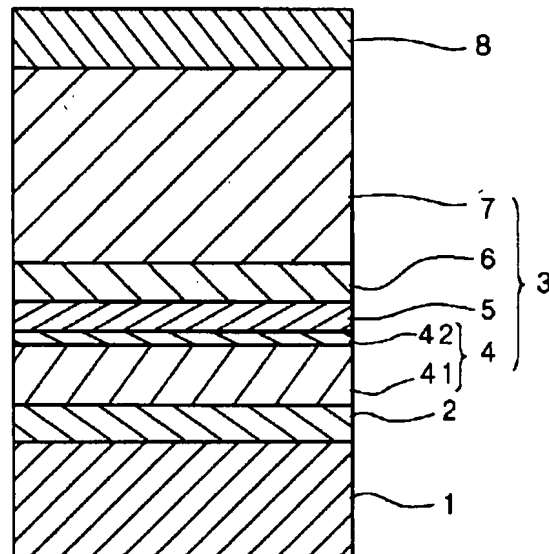
(71) 出願人 392034355
リードライト・エスエムアイ株式会社
大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号
(72) 発明者 田ノ上 修二
兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所内
(74) 代理人 100098062
弁理士 梅田 明彦
Fターム (参考) 5D034 BA05 CA08 DA07

(54) 【発明の名称】 スピンバルブ磁気抵抗センサ及び薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 熱処理後に強磁性材料のピン磁性層との間で高い交換結合磁場を発揮し、磁気ヘッドのバイアス磁場によるピン磁性層の磁化の回転を有効に抑制し、高いMR出力が得られる反強磁性層を備えたスピンバルブ構造の磁気抵抗センサを提供する。

【解決手段】 基板上に非磁性導電層5を挟んで配置されたフリー磁性層4及びピン磁性層6と、ピン磁性層に隣接する反強磁性層7とを積層した磁気抵抗効果膜3を備えるスピンバルブ磁気抵抗センサにおいて、PdPtMn合金にCrを2at%~10at%の範囲で添加し、かつMnを45~55at%の範囲、Pdを20~35at%の範囲、残部をPtとするPdPtMnCr合金で反強磁性層を形成し、真空磁場中で250℃~300℃の温度で熱処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に非磁性導電層を挟んで配置された1対の磁性層と、一方の前記磁性層に隣接する反強磁性層とを積層した磁気抵抗膜を備えるスピナバルブ磁気抵抗センサであって、

前記反強磁性層がPd-Pt-Mn-Cr合金からなり、かつその規則化のために熱処理されていることを特徴とするスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項2】 前記反強磁性層の膜組成が、Mnを45～55at%、Crを2～10at%、Pdを20～35at%、残部をPtとすることを特徴とする請求項1に記載のスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項3】 前記熱処理の温度が250℃乃至300℃の範囲であることを特徴とする請求項1又は2に記載のスピナバルブ磁気抵抗センサ。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のスピナバルブ磁気抵抗センサを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録装置に使用される磁気抵抗型センサに関し、特にスピナバルブ磁気抵抗効果を利用した磁気センサ及び薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】最近、再生用磁気ヘッドにおいて飽和磁界を小さくして磁界感度を高めるために、基板上に非磁性層を挟んで1対の磁性層を積層したサンドイッチ構造のスピナバルブ膜からなる磁気抵抗(MR)センサが開発されている。スピナバルブ膜は、一方の磁性層(ピン磁性層)の磁化が、それに隣接する反強磁性層との交換結合磁界により素子高さ方向に固定されるのに対し、他方の磁性層(フリー磁性層)の磁化は、一般に永久磁石の磁界を利用したハードバイアス法により、素子のトラック幅方向に単磁区化され、外部磁界により自由に回転する。

【0003】反強磁性層による一方向異方性磁場が大きいほど、ピン磁性層を良好に単磁区化することができ、またその磁化が十分に固定されるほど、外部磁場に対する磁気応答の線形性が確保され、磁気センサの磁気特性が向上する。反強磁性材料としては、例えば特開平9-35212号公報に記載されるように、大きな交換結合磁場が得られ、ブロッキング温度を高くでき、耐食性に優れ、熱処理(アニール)温度が低いこと、及び膜厚を薄くできることなどの特性が要求され、従来から様々な材料が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来から反強磁性材料として一般に使用されているFeMn合金は腐食しやすいという問題がある。また、IrMn合

金、RhMn合金、FeMn合金などは下地層の影響を受け易いので、特に基板側に反強磁性層を配置しかつその上にピン磁性層を積層する所謂ボトムタイプのスピナバルブ構造では、(111)結晶配向性の高い下地膜を設けたり、膜厚を厚くする必要がある。また、NiMn合金では、ピン磁性層との交換結合を十分に確保するために、250℃以上の高温で熱処理(アニール)する必要がある。しかし、NiMn合金は、後述するPtMn合金、PdMn合金に比してMnが拡散し易いために、ピン層/非磁性層/フリー層間に金属元素の拡散が生じてMR比を低下させる虞がある。

【0005】かかる問題を解消するために、例えば特開平9-147325号公報では、Ptが5～54at%、Mnが46～95at%のPtMn合金を用いて反強磁性層を形成し、かつ200℃～350℃の温度で熱処理した磁気抵抗効果型読取りヘッドが提案されている。更に、特開平10-91921号公報には、好ましくはPtが44～51at%、Mnが49～56at%のPtMn合金、又はこれと同等の性質のPt-Mn-X合金(X=Ni, Pd, Rh, Ru, Ir, Cr, Fe, Co)、PdMn合金を用いて反強磁性層を形成したデュアルスピナバルブ型薄膜磁気ヘッドが開示されている。両公報によれば、PtMn合金は耐食性が良好で、交換異方性磁界が大きくかつ熱的に安定し、ピン磁性層の上下いずれに積層しても有効な交換異方性磁界を発揮することができ、ブロッキング温度が高く、磁気抵抗効果の線形応答性及び熱的安定性に優れた良好な薄膜磁気ヘッドが得られる。

【0006】また、特開平9-16923号公報には、スピナバルブセンサ層の両端部に隣接接合して形成した磁区制御層を、Ta膜、強磁性NiFe膜及び反強磁性CrMnPt膜の積層構造により構成したスピナバルブセンサが記載されている。同公報によれば、この反強磁性膜は、その組成がCr30～70at%、Mn30～70at%、Pt3.0～30.0at%であって、Cr含有量が多いことにより、耐食性が著しく向上すると共に、Ptの添加により、その下層に形成されるNiFe強磁性膜との良好な交換結合特性を示し、かつブロッキング温度が高い。

【0007】特開平9-81915号公報には、PtMn合金より更に耐食性の高いPdPtMn合金を用いて反強磁性層を形成し、かつ約230℃の比較的低い温度で熱処理することにより、磁気抵抗特性を劣化させることなく反強磁性を付与することができ、それにより信頼性を向上させたスピナバルブ構造の磁気抵抗素子が記載されている。同公報によれば、PdPtMn合金は、Mnの原子分率が48～54at%のときに特に高いバイアス磁界量が得られる。

【0008】また、青島賢一らの論文「PdPtMnスピナバルブ膜の下地の検討」(日本応用磁気学会誌Vol.

22, No.4-2, 1998, 第501～504頁)には、PdPtMn合金の反強磁性層を基板側に配置したスピバルブ膜において、その下地材料にNiFeではなくNiFeCrを用いた場合に、PdPtMn反強磁性層の(111)結晶配向性が向上することにより、交換結合磁界が増加し、MR比が向上したことが報告されている。

【0009】しかしながら、上述したPdPtMn系合金では、耐食性は改善されるが、規則化のための熱処理後の一方向異方性磁場が十分に大きくないために、磁気ヘッド内部のバイアス磁場などの作用で異方性の方向が回転する慮がある。そのために、スピバルブセンサのMR出力が徐々に低下し、高い再生出力を維持できなくなり、磁気ヘッドの信頼性を損なうという問題があった。

【0010】そこで、本発明の目的は、上述した従来の問題点に鑑み、熱処理後も強磁性材料のピン磁性層との間で高い交換結合磁場を発揮し、磁気ヘッドのバイアス磁場によるピン磁性層の磁化の回転を有効に抑制し、高いMR出力が得られる反強磁性層を備えたスピバルブ構造の磁気抵抗センサを提供することにある。

【0011】また、本発明の別の目的は、かかるスピバルブ磁気抵抗センサを備えることにより、優れた磁気特性及び高い信頼性を有し、より高記録密度化を達成可能な高性能の薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した目的を達成するためのものであり、基板上に非磁性導電層を挟んで配置された1対の磁性層と、一方の前記磁性層に隣接する反強磁性層とを積層した磁気抵抗膜を備えるスピバルブ磁気抵抗センサであって、前記反強磁性層がPd-Pt-Mn-Cr合金からなり、かつその規則化*

*のために熱処理されていることを特徴とするスピバルブ磁気抵抗センサが提供される。

【0013】本願発明者は、このようにPdPtMn合金にCrを適量添加しかつ熱処理して結晶構造を規則化することにより、交換結合磁場Hexを増大させることが可能であり、それにより高温の磁場中でもピン磁性層の磁化の回転が小さく、従ってMR出力が低下しないことを見い出して、本発明に至ったものである。PdPtMn合金に添加する金属XとしてCrを選定するに当たり、Zr、Nb、Ti、Cr、Ta、Mo、W、V、Alを候補として、ガラス基板のTa100Å/CoFe100Åからなる下地膜上にPdPtMnXを成膜し、これらを真空磁場で熱処理した後、磁気特性を評価した。その結果、Cr以外の元素を添加したものは交換結合磁場Hexが低下したのに対し、Crを添加した場合にのみ交換結合磁場Hexが増加することが分かった。

【0014】次に、反強磁性層としてPdPtMnCr合金のCr添加量を決定するに当たり、まず、ガラス基板上にTa30Å/NiFe100Åを成膜し、その上にPdPtMnCrを、Pd₃₀Pt₂₀Mn₅₀ターゲット上にCrチップを載せてスパッタリングにより膜厚350Åに成膜し、更にその上に保護膜としてTaを30Å成膜した。これを真空度 1×10^{-6} Torr以下の加熱炉で、1kOeの磁場中で280℃×10時間の熱処理を行い、交換結合磁場Hexを評価した。Cr含有量は、同様にスパッタリングの際にターゲット上に載せるCrチップの数により調整し、実際のCr含有量はICP分析により求めた。Cr含有量に関する格子定数(a, c)及び交換結合磁場Hexの変化を表1に示す。

【0015】

【表1】

Cr量(at%)	格子定数 (Å)	Hex(Oe)
0	a=4.05 c=3.61	47
1	a=4.04 c=3.60	55
2	a=4.03 c=3.55	112
5	a=4.03 c=3.57	150
8	a=4.02 c=3.59	140
10	a=4.02 c=3.59	120
12	-	72

【0016】この表から、Cr含有量が2at%以上で交換結合磁場Hexが増大し、10at%を超えると低下して

いることが分かる。この理由として、Crの添加によりPdPtMn合金中のPt及びPd原子がより小さい原子半径のCrと置き換わり、格子定数が小さくなってMn原子間の距離が短くなり、反強磁性結合が強まったためと考えられる。また、Cr含有量が10at%を超えると、PdPtMn合金中のMnのサイトにもCr原子が入るため、交換結合磁場Hexが低下したと考えられる。この結果、反強磁性層としてのPdPtMnCr合金のCr含有量は、2～10at%の範囲が最適である。更にPdPtMn系合金では、Pd含有量は20～35at%の範囲で交換結合磁場Hexが大きくなるので、この範囲が望ましい。

【0017】また、熱処理温度は250℃乃至300℃の範囲が望ましい。十分な規則化のためには、少なくとも250℃の温度で熱処理する必要があるが、300℃を超えると、反強磁性層と隣接する強磁性層との間及び／又は非磁性導電層を挟んだ強磁性層間での拡散が大きくなり、MR特性の劣化やピン磁性層／フリー磁性層間の相互作用が大きくなるので、好ましくない。

【0018】更に本発明の別の側面によれば、上述したスピバルブ磁気抵抗センサを備えることにより、磁気抵抗変化率及びその線形応答性が優れ、高記録密度化可能な薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施の形態について添付の図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明を適用したスピバルブ構造の磁気抵抗センサをABS（空気ベアリング面）側から見た断面図を示している。このスピバルブ磁気抵抗センサは、ガラスやシリコン、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ などのセラミック材料からなる基板上に設けたアルミナ（ Al_2O_3 ）絶縁層1の上に厚さ30ÅのTaからなる下地層2が形成され、その上に基板とは反対側に反強磁性層を配置した所謂トップスピバルブ構造の磁気抵抗（MR）膜3が積層されている。

【0020】MR膜3は、下地層2の上に積層したNiFe膜41及びCo膜42からなるフリー磁性層4と、Cu膜からなる非磁性導電層5と、Co膜からなるピン磁性層6と、PdPtMnCr膜からなる反強磁性層7とを有する。MR膜3は、成膜後に真空中で250℃～

300℃の温度で一方向磁場中熱処理を行うことにより、反強磁性層7の結晶構造を規則化させ、かつピン磁性層6に一方異方性を与えて、その磁化配向を固定する。MR膜3の上には、Taからなる保護膜8が成膜されている。前記各膜層は、例えばDCスパッタリングにより連続的に成膜される。

【0021】MR膜3の両側は、所定のトラック幅に合わせてエッチングにより除去され、ハードバイアス層及びセンス電流を流すための電極としての導電リード（共に図示せず）等が形成される。更に、この積層構造全体をアルミナ絶縁層で被覆して、本発明のスピバルブMRセンサが完成する。

【0022】反強磁性層7の組成は、Pdが20at%～35at%、Mnが45at%～55at%、Crが2at%～10at%の範囲であり、残部がPtである。この膜組成により、前記反強磁性層は熱処理後にピン磁性層との間で高い交換結合磁場が得られる。

【0023】本発明は、図1に関連して上述したトップスピバルブ構造だけでなく、反強磁性層を基板側に配置した所謂ボトムスピバルブ構造、2組のピン磁性層と反強磁性層とをフリー磁性層を挟んで対称に配置するデュアルスピバルブ構造、ピン磁性層が非磁性膜を挟んで反強磁性的に結合する1対の強磁性膜から構成され、印加磁界の存在下で反強磁性層とそれに隣接する一方の強磁性膜とが交換結合するシンセティック（synthetic）タイプのスピバルブ構造など、公知の様々な構造のスピバルブMRセンサに同様に適用することができる。

【0024】

【実施例】（実施例1）図1のMRセンサにおいて、ガラス基板の上にTa30Å/NiFe50Å/Co10Å/Cu25Å/Co30Å/PdPtMnCr300Å/Ta30Åのスピバルブ膜をDCスパッタリングにより連続して成膜し、3000Oeの真空磁場で250℃×10時間熱処理を施した。PdPtMnCr反強磁性層7の組成を変化させ、その各々についてMR曲線を測定した。その結果を表2に示す。

【0025】

【表2】

Pt(at%)	Pd(at%)	Cr(at%)	Mn(at%)	MR(%)	Hex(Oe)
22	28	0	50	7.0	680
22	25	5	48	7.6	1200
15	35	8	42	5.2	750
14	30	4	52	7.6	1000
20	24	1	55	7.2	720
18	32	5	45	7.7	1100
18	25	12	45	6.8	760
22	20	8	50	7.5	1150
18	18	9	55	6.8	790

【0026】この表から、Pdが20at%～35at%、Mnが45at%～55at%、Crが2at%～10at%の範囲において交換結合磁場Hexが顕著に大きく、かつMR比が著しく高くなっていることが分かる。

【0027】（実施例2）同じく図1のMRセンサにおいて、熱酸化Si基板の上にTa30Å/NiFe60Å/Co10Å/Cu25Å/Co30Å/PdPtMnCr250Å/Ta30Åのスピンバルブ膜をDCスパッタリングにより連続して成膜した。PdPtMnC*

20*r反強磁性層7の組成をPd₂₃Pt₂₂Mn₅₀Cr₅及びPd₂₄Pt_{22.5}Mn₅₂Cr_{1.5}の2種類とし、かつ3000Oeの真空磁場中で5時間熱処理した。熱処理温度は230℃から250℃、270℃、300℃、320℃までの5段階に変化させた。その各々について熱処理後にMR曲線を測定し、交換結合磁場Hex及びMR比の変化を調べた。その結果を表3に示す。

【0028】

【表3】

熱処理温度 (°C)	組成(at%)	Hex(Oe)	MR比(%)
230	Pd ₂₃ Pt ₂₂ Mn ₅₀ Cr ₅	800	6.5
250	Pd ₂₃ Pt ₂₂ Mn ₅₀ Cr ₅	1220	7.6
270	Pd ₂₃ Pt ₂₂ Mn ₅₀ Cr ₅	1270	7.6
300	Pd ₂₃ Pt ₂₂ Mn ₅₀ Cr ₅	1350	7.1
320	Pd ₂₃ Pt ₂₂ Mn ₅₀ Cr ₅	1390	5.0
230	Pd ₂₄ Pt _{22.5} Mn ₅₂ Cr _{1.5}	750	6.4
250	Pd ₂₄ Pt _{22.5} Mn ₅₂ Cr _{1.5}	780	7.1
270	Pd ₂₄ Pt _{22.5} Mn ₅₂ Cr _{1.5}	820	7.1
300	Pd ₂₄ Pt _{22.5} Mn ₅₂ Cr _{1.5}	840	6.7
320	Pd ₂₄ Pt _{22.5} Mn ₅₂ Cr _{1.5}	850	4.8

【0029】この表から、Cr含有量が本発明の範囲内にある5at%では、Cr含有量が1.5at%のものに比※50大きく、かつMR比が著しく高いことが分かる。また、

※較して、熱処理温度によらず交換結合磁場Hexが顕著に

熱処理温度を本発明の範囲(250℃、270℃、300℃)とした場合には、交換結合磁場Hex及びMR比が高い。これに比較して熱処理温度を230℃としたものは、交換結合磁場Hex及びMR比共に小さい。また、320℃の熱処理温度では、交換結合磁場Hexは大きいMR比が低い。このように、熱処理温度は250℃～300℃の範囲が適正である。

【0030】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のスピンバルブ磁気抵抗センサによれば、PdPtMn合金にCrを2at%～10at%の範囲で添加し、Pdを20at%～35at%、Mnを45at%～55at%の範囲、残部をPtとしたPdPtMnCr合金で反強磁性層を形成しかつ熱処理を行うことにより、熱処理後に従来より大きい交換結合磁場Hexが得られ、それにより磁気ヘッドのバイアス磁場によってもピン磁性層の磁化が回転せず、MR出力の低下が抑制されて、再生出力の向上、その熱的・磁氣的安定性が達成される。更に、本発

明によれば、高い磁気抵抗変化率及び線形応答性など、磁気変換特性を向上させたスピンバルブ磁気抵抗センサが得られることにより、高記録密度化可能で高性能かつ高信頼性の磁気ヘッドを実現することができる。

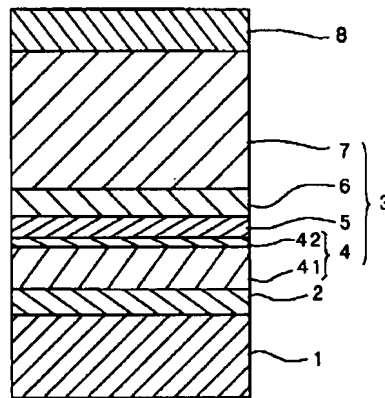
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したスピンバルブ磁気抵抗センサの要部をABS側から見た模式的断面図。

【符号の説明】

- 1 絶縁層
- 2 下地層
- 3 MR膜
- 4 フリー磁性層
- 41 NiFe膜
- 42 Co膜
- 5 非磁性導電層
- 6 ピン磁性層
- 7 反強磁性層
- 8 保護層

【図1】



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetometric sensor and the thin film magnetic head using especially a spin bulb magneto-resistive effect about the magnetic-reluctance mold sensor used for a magnetic recording medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] recently -- playback -- ** -- the magnetic head -- setting -- saturation -- a field -- small -- carrying out -- a field -- sensibility -- raising -- a sake -- a substrate -- a top -- a non-magnetic layer -- inserting -- one -- a pair -- a magnetic layer -- a laminating -- having carried out -- sandwich structure -- spin -- a bulb -- the film -- from -- becoming -- magnetic reluctance -- (-- MR --) -- a sensor -- developing -- having -- **** . To the spin bulb film being fixed in the component height direction by the switched connection field with the antiferromagnetism layer in which magnetization of one magnetic layer (pin magnetic layer) adjoins it, generally magnetization of the magnetic layer (free magnetic layer) of another side is single-domain-ized crosswise [of a component / truck] by the hard bias method using the field of a permanent magnet, and rotates freely by the external magnetic field.

[0003] The linearity of the magnetic response to an external magnetic field is secured, and the magnetic properties of a magnetometric sensor improve, so that a pin magnetic layer can be single-domain-ized good, so that the one direction anisotropy magnetic field by the antiferromagnetism layer is large, and the magnetization is fully fixed. As an antiferromagnetism ingredient, a big switched connection magnetic field is obtained, blocking temperature can be made high, it excels in corrosion resistance, properties, like that heat treatment (annealing) temperature is low and thickness can be made thin are required, and various ingredients are proposed from the former so that it may be indicated by JP,9-35212,A, for example.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the FeMn alloy currently generally used as an antiferromagnetism ingredient from the former has the problem of being easy to corrode. Moreover, since an IrMn alloy, a RhMn alloy, a FeMn alloy, etc. tend to be influenced of a substrate layer, it is necessary to prepare the high substrate film of a crystal (111) stacking tendency, or to thicken thickness with the so-called bottom type which arranges an antiferromagnetism layer especially to a substrate side, and carries out the laminating of the pin magnetic layer on it of spin bulb structure. Moreover, in a NiMn alloy, in order to fully secure switched connection with a pin magnetic layer, it is necessary to heat-treat at an elevated temperature 250 degrees C or more (annealing). However, since it is easy to diffuse Mn as compared with the PtMn alloy and PdMn alloy which are mentioned later, a NiMn alloy has a possibility of diffusion of a metallic element arising and reducing MR ratio between a pin layer / non-magnetic layer / free layer.

[0005] The magneto-resistive effect mold read head which Pt used 5 - 54at%, and Mn used the 46 - 95at% PtMn alloy, and formed the antiferromagnetism layer in JP,9-147325,A, and was heat-treated at the temperature of 200 degrees C - 350 degrees C in order to solve this problem is proposed.

Furthermore, the dual spin bulb mold thin film magnetic head which formed the antiferromagnetism layer using the Pt-Mn-X alloy (X=nickel, Pd, Rh, Ru, Ir, Cr, Fe, Co) of a property with Pt equivalent [44 - 51at% and Mn] to a 49 - 56at% PtMn alloy or this and the desirable PdMn alloy is indicated by JP,10-91921,A. according to both official reports -- a PtMn alloy -- corrosion resistance -- good -- an exchange anisotropy field -- large -- and -- thermal -- being stabilized -- the upper and lower sides of a pin magnetic layer -- even if it carries out a laminating to any, an effective exchange anisotropy field can be demonstrated, blocking temperature is high and the good thin film magnetic head excellent in the linearity responsibility and thermal stability of a magneto-resistive effect is obtained.

[0006] Moreover, the spin bulb sensor which constituted the magnetic-domain control layer which carried out contiguity junction, and which was formed in the both ends of a spin bulb sensor layer by the laminated structure of Ta film, the ferromagnetic NiFe film, and the antiferromagnetism CrMnPt film is indicated by JP,9-16923,A. According to this official report, while corrosion resistance improves remarkably according to that presentation being Cr30 - 70at%, Mn30 - 70at%, Pt3.0 - 30.0at%, and there being many Cr contents, this antiferromagnetism film shows a good switched connection property with the NiFe ferromagnetic formed in that lower layer by addition of Pt, and its blocking temperature is high.

[0007] By forming an antiferromagnetism layer using a corrosion resistance high PdPtMn alloy further from a PtMn alloy, and heat-treating at the comparatively low temperature of about 230 degrees C, antiferromagnetism can be given without degrading a magnetic-reluctance property, and the magnetic resistance element of the spin bulb structure which raised dependability by that cause is indicated by JP,9-81915,A. According to this official report, the amount of bias fields with a PdPtMn alloy especially expensive when the atomic fraction of Mn is 48 - 54at% is obtained.

[0008] moreover, in Ken-ichi Aoshima's and others paper "examination of the substrate of the PdPtMn spin bulb film" (Magnetics Society of Japan Vol. 22, No.4- 2, 1998, the 501-504th page) In the spin bulb film which has arranged the antiferromagnetism layer of a PdPtMn alloy to the substrate side When not NiFe but NiFeCr is used for the furring, a switched connection field increases and it is reported by when the crystal (111) stacking tendency of a PdPtMn antiferromagnetism layer improves that MR ratio improved.

[0009] However, with the PdPtMn system alloy mentioned above, although improved, since the one direction anisotropy magnetic field after heat treatment for regulation-izing is not large enough, ***** has ** which the direction of an anisotropy rotates in an operation of the bias magnetic field inside the magnetic head etc. Therefore, there was a problem that MR output of a spin bulb sensor declined gradually, and it became impossible to maintain a high playback output, and it spoiled the dependability of the magnetic head.

[0010] Then, in view of the conventional trouble mentioned above, after heat treatment demonstrates a high switched connection magnetic field between the pin magnetic layers of a ferromagnetic ingredient, and controls effectively rotation of magnetization of the pin magnetic layer by the bias magnetic field of a magnetic head, and the purpose of this invention has it in offering the magnetic-reluctance sensor of the spin bulb structure equipped with the antiferromagnetism layer from which high MR output is obtained.

[0011] Moreover, by having this spin bulb magnetic-reluctance sensor, another purpose of this invention has outstanding magnetic properties and high dependability, and is to offer the thin film magnetic head of the high performance which can attain high recording density-ization.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The spin bulb magnetic-reluctance sensor characterized by to be for attaining the purpose mentioned above, to be a spin bulb magnetic-reluctance sensor equipped with the magnetic-reluctance film which carried out the laminating of one pair of magnetic layers arranged on both sides of a nonmagnetic conductive layer on a substrate and the antiferromagnetism layer which adjoins said one magnetic layer, and for said antiferromagnetism layer to consist of a Pd-Pt-Mn-Cr alloy, and to heat-treat this invention for the regulation-izing is offered.

[0013] By carrying out optimum dose addition, and heat-treating Cr into a PdPtMn alloy, in this way,

and regulation-izing the crystal structure, an invention-in-this-application person can increase the switched connection magnetic field Hex, rotation of magnetization of a pin magnetic layer is small also all over a hot magnetic field by that cause, therefore he used to find out that MR output does not decline and used to result in this invention. Magnetic properties were evaluated, after in selecting Cr as a metal X added into a PdPtMn alloy forming PdPtMnX on the substrate film which consists of Ta100A/CoFe100A of a glass substrate by having made Zr, Nb, Ti, Cr, Ta, Mo, W, V, and aluminum into the candidate and heat-treating these all over a vacuum magnetic field. Consequently, only when, as for what added elements other than Cr, Cr was added to the switched connection magnetic field Hex having fallen, it turned out that the switched connection magnetic field Hex increases.

[0014] Next, in determining Cr addition of a PdPtMnCr alloy as an antiferromagnetism layer, first, Ta30A/NiFe100A was formed on the glass substrate, PdPtMnCr was carried on it, Cr chip was carried on the Pd30Pt20Mn50 target, membranes were formed to 350A of thickness by sputtering, and 30A of Ta was further formed as a protective coat on it. The heating furnace of 1x10 to 6 or less Torrs of degree of vacuums performed heat treatment of 280 degree-Cx 10 hours for this all over the magnetic field of 1kOe, and the switched connection magnetic field Hex was evaluated. The number of Cr chips carried on a target adjusted Cr content similarly on the occasion of sputtering, and actual Cr content was calculated by ICP analysis. Change of the lattice constant (a, c) about Cr content and the switched connection magnetic field Hex is shown in Table 1.

[0015]

[Table 1]

Cr量(at%)	格子定数 (Å)	Hex(Oe)
0	a=4.05 c=3.61	47
1	a=4.04 c=3.60	55
2	a=4.03 c=3.55	112
5	a=4.03 c=3.57	150
8	a=4.02 c=3.59	140
10	a=4.02 c=3.59	120
12	-	72

[0016] It turns out that it will fall if the switched connection magnetic field Hex increases more than at 2at% and Cr content exceeds 10at% from this table. As this reason, Cr of an atomic radius with smaller Pt and Pd atom in a PdPtMn alloy is replaced by addition of Cr, a lattice constant becomes small, the distance between Mn atoms becomes short, and it thinks because antiferromagnetism association became strong. Moreover, if Cr content exceeds 10at(s)%, in order that Cr atom may go also into the site of Mn in a PdPtMn alloy, it is thought that the switched connection magnetic field Hex fell. Consequently, Cr content of the PdPtMnCr alloy as an antiferromagnetism layer has the optimal range of 2 - 10at%. Furthermore, with a PdPtMn system alloy, since the switched connection magnetic field Hex becomes large in 20 - 35at%, this range of Pd content is desirable.

[0017] Moreover, the range of heat treatment temperature of 250 degrees C thru/or 300 degrees C is desirable. Although it is necessary to heat-treat at the temperature of at least 250 degrees C for sufficient

regulation-izing, if 300 degrees C is exceeded, since diffusion between the ferromagnetic layers which sandwiched between the ferromagnetic layers which adjoin an antiferromagnetism layer, and/or a nonmagnetic conductive layer will become large and degradation of MR property and the interaction between a pin magnetic layer / free magnetic layer will become large, it is not desirable.

[0018] furthermore, the thing for which it has the spin bulb magnetic-reluctance sensor mentioned above according to another side face of this invention -- magnetic-reluctance rate of change and its linearity responsibility -- excelling -- high -- recording density -- the thin film magnetic head [-izing / the magnetic head] is offered.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of suitable operation of this invention is explained with reference to an attached drawing at a detail. Drawing 1 shows the sectional view which looked at the magnetic-reluctance sensor of the spin bulb structure which applied this invention from the ABS (air bearing side) side. this -- spin -- a bulb -- magnetic reluctance -- a sensor -- glass -- silicon -- aluminum -- two -- O -- three -- TiC -- etc. -- a ceramic -- an ingredient -- from -- becoming -- a substrate -- a top -- having prepared -- an alumina (aluminum 2O3) -- an insulating layer -- one -- a top -- thickness -- 30 -- A -- Ta -- from -- becoming -- a substrate -- a layer -- two -- forming -- having -- the -- a top -- a substrate -- the opposite side -- antiferromagnetism -- a layer -- having arranged -- being the so-called -- topspin -- a bulb -- structure -- magnetic reluctance -- (-- MR --) -- the film -- three -- a laminating -- carrying out -- having -- ****.

[0020] The MR film 3 has the free magnetic layer 4 which consists of the NiFe film 41 and the Co film 42 which carried out the laminating on the substrate layer 2, the nonmagnetic conductive layer 5 which consists of Cu film, the pin magnetic layer 6 which consists of Co film, and the antiferromagnetism layer 7 which consists of PdPtMnCr film. By performing heat treatment among an one direction magnetic field at the temperature of 250 degrees C - 300 degrees C in a vacuum after membrane formation, the MR film 3 makes the crystal structure of the antiferromagnetism layer 7 regulation-ize, and gives an one direction anisotropy to the pin magnetic layer 6, and fixes the magnetization orientation. On the MR film 3, the protective coat 8 which consists of Ta is formed. Said each membrane layer is continuously formed by for example, DC sputtering.

[0021] The both sides of the MR film 3 are removed by etching according to the predetermined width of recording track, and the electric conduction lead (not shown [both]) as an electrode for passing a hard bias layer and a sense current etc. is formed. Furthermore, this whole laminated structure is covered with an alumina insulating layer, and the spin bulb MR sensor of this invention is completed.

[0022] For 20at(s)% - 35at% and Mn, the range of 45at(s)% - 55at% and Cr is [Pd] 2at(s)% - 10at%, and the remainder of the presentation of the antiferromagnetism layer 7 is Pt. With this film presentation, the switched connection magnetic field where said antiferromagnetism layer is high between pin magnetic layers after heat treatment is obtained.

[0023] This invention not only in the topspin bulb structure mentioned above in relation to drawing 1 The so-called bottom spin bulb structure which has arranged the antiferromagnetism layer to the substrate side, the dual spin bulb structure which arranges 2 sets of pin magnetic layers, and an antiferromagnetism layer to the symmetry on both sides of a free magnetic layer, It consists of one pair of ferromagnetics which a pin magnetic layer combines in antiferromagnetism on both sides of a nonmagnetic membrane. It is applicable like the spin bulb MR sensor of well-known various structures, such as synthetic (synthetic) type spin bulb structure in which while adjoins an antiferromagnetism layer and it and a ferromagnetic carries out switched connection to them under existence of an impression field.

[0024]

[Example] (Example 1) In MR sensor of drawing 1, on the glass substrate, it continued by DC sputtering, the spin bulb film of Ta30A/NiFe50A/Co10A/Cu25A/Co30A/PdPtMnCr300A/Ta30A was formed, and heat treatment was performed all over the vacuum magnetic field of 3000Oe for 250 degree-Cx 10 hours. The presentation of the PdPtMnCr antiferromagnetism layer 7 was changed and MR curve was measured about the each. The result is shown in Table 2.

[0025]

[Table 2]

Pt(at%)	Pd(at%)	Cr(at%)	Mn(at%)	MR(%)	Hex(Oe)
22	28	0	50	7.0	680
22	25	5	48	7.6	1200
15	35	8	42	5.2	750
14	30	4	52	7.6	1000
20	24	1	55	7.2	720
18	32	5	45	7.7	1100
18	25	12	45	6.8	760
22	20	8	50	7.5	1150
18	18	9	55	6.8	790

[0026] Mn sets 45at(s)% - 55at% 20at(s)% - 35at%, Cr sets [Pd] in the range of 2at(s)% - 10at%, the switched connection magnetic field Hex is notably large, and this table shows that MR ratio is remarkably high.

[0027] (Example 2) Similarly, in MR sensor of drawing 1 , on the thermal oxidation Si substrate, it continued by DC sputtering and the spin bulb film of

Ta30A/NiFe60A/Co10A/Cu25A/Co30A/PdPtMnCr250A/Ta30A was formed. The presentation of the PdPtMnCr antiferromagnetism layer 7 was made into two kinds, Pd23Pt22Mn50Cr5 and Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5, and it heat-treated all over the vacuum magnetic field of 3000Oe(s) for 5 hours. Heat treatment temperature was changed to five steps to 230 degrees C to 250 degrees C, 270 degrees C, 300 degrees C, and 320 degrees C. MR curve was measured after heat treatment about the each, and change of the switched connection magnetic field Hex and MR ratio was investigated. The result is shown in Table 3.

[0028]

[Table 3]

熱処理温度 (°C)	組成(at%)	Hex(Oe)	MR比(%)
230	Pd23Pt22Mn50Cr5	800	6.5
250	Pd23Pt22Mn50Cr5	1220	7.6
270	Pd23Pt22Mn50Cr5	1270	7.6
300	Pd23Pt22Mn50Cr5	1350	7.1
320	Pd23Pt22Mn50Cr5	1390	5.0
230	Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5	750	6.4
250	Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5	780	7.1
270	Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5	820	7.1
300	Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5	840	6.7
320	Pd24Pt22.5Mn52Cr1.5	850	4.8

[0029] At 5at(s)% which has Cr content within the limits of this invention, as compared with that whose Cr content is 1.5at(s)%, it is not based on heat treatment temperature, but this table shows that it is notably large, and MR ratio is remarkable, and the switched connection magnetic field Hex is high. Moreover, when heat treatment temperature is made into the range of this invention (250 degrees C, 270 degrees C, 300 degrees C), the switched connection magnetic field Hex and MR ratio are high. The switched connection magnetic field Hex and MR ratio of what made heat treatment temperature 230 degrees C as compared with this are small. Moreover, in the heat treatment temperature of 320 degrees C, although the switched connection magnetic field Hex is large, its MR ratio is low. Thus, the range of heat treatment temperature of 250 degrees C - 300 degrees C is proper.

[0030]

[Effect of the Invention] According to the spin bulb magnetic-reluctance sensor of this invention, so that clearly from the above explanation Cr is added in 2at(s)% - 10at% into a PdPtMn alloy. Pd 20at(s)% - 35at%, By forming an antiferromagnetism layer with the PdPtMnCr alloy which set Mn the range of 45at(s)% - 55at%, and set the remainder to Pt, and heat-treating After heat treatment, the larger switched connection magnetic field Hex than before is obtained, thereby, magnetization of a pin magnetic layer does not rotate, but the fall of MR output is controlled by the bias magnetic field of a magnetic head, and improvement in a playback output and its thermal / magnetic stability are attained. Furthermore, according to this invention, by obtaining the spin bulb magnetic-reluctance sensor which raised the magnetic transfer characteristics, such as high magnetic-reluctance rate of change, linearity responsibility, etc., a raise in recording density is possible and the magnetic head of high performance and high-reliability can be realized.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The spin bulb magnetic-reluctance sensor characterized by being a spin bulb magnetic-reluctance sensor equipped with the magnetic-reluctance film which carried out the laminating of one pair of magnetic layers arranged on both sides of a nonmagnetic conductive layer on a substrate, and the antiferromagnetism layer which adjoins said one magnetic layer, and for said antiferromagnetism layer consisting of a Pd-Pt-Mn-Cr alloy, and heat-treating for the regulation-izing.

[Claim 2] The spin bulb magnetic-reluctance sensor according to claim 1 characterized by for the film presentation of said antiferromagnetism layer setting Pd, and setting [Mn] the remainder to Pt for Cr 20 - 35at% 2 - 10at% 45 - 55at%.

[Claim 3] The spin bulb magnetic-reluctance sensor according to claim 1 or 2 characterized by being the range whose temperature of said heat treatment is 250 degrees C thru/or 300 degrees C.

[Claim 4] The thin film magnetic head characterized by having a spin bulb magnetic-reluctance sensor according to claim 1 to 3.

[Translation done.]